

ESTGOH

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Oliveira do Hospital

Instituto Politécnico de Coimbra

IPv6 nas Redes de Sensores Sem Fio

Sérgio Daniel Valente Ferreira

Tese realizada no âmbito do
Mestrado de Informática Aplicada

Orientador:
Prof. Dr. Francisco Carlos Afonso
Co-orientador:
Prof. Dr. António Manuel de Brito Paulino

Outubro de 2013

Dedicatória:

À minha linda filha Maria Daniel à qual privei de parte da minha dedicação, para a elaboração desta tese.

À minha mulher Laura, pelo incentivo nos momentos necessários, carinho, paciência, valiosas sugestões, por entender a falta de tempos livres, durante todo o processo de elaboração da tese.

Aos meus pais, avó Benilde e a todos que investiram no melhoramento do meu conhecimento.

Por fim, e com o carinho muito especial, dedico a minha tese à minha avó Conceição pelos ensinamentos e paciência pelas minhas atitudes infantis e rebeldes até à minha adolescência e apesar de já não se encontrar entre nós, ficará sempre no meu coração, lembranças e acções.

Agradecimentos:

Aos meus orientadores Prof. Dr. António Paulino e Prof. Dr. Francisco Afonso pela motivação, ajuda e prontidão nos momentos necessários.

Ao Prof. Dr. Luís Veloso pela ajuda e aconselhamento durante o percurso académico.

Ao Prof. Dr. Mateus Mendes e Prof. Dr. Nelson Chang que me ajudaram a ver uma noção diferente da sociedade, como se fazer sobressair face à necessidade de empreendedorismo.

Ao Prof. Dr. Filipe Amaral o qual tornou possível alargar os horizontes profissionais, com a minha ida para Alemanha.

À Prof. Dra. Célia Pereira, Prof. Dr. Marco Veloso, Prof. Dr. Nuno Gil e a todos os restantes professores pela ajuda dada durante o curso e fora do curso.

Aos meus colegas e amigos, Bruno Lontro, Bruno Matias, Carlos Ramalho, Daniel Cruz, Davide Silva, Dina Teiga, Guto Araújo, Nelson Rodrigues, Norberto Pereira, Nuno Morais, Paulo Borges, Pedro Amaral e em especial ao Élio Pereira, Francisco Teiga, Sérgio Mota, Teresa Castanheira, Teresa Teiga, Jorge Louro, Lisete Pinto, Luís Rosa, Marco Costa e Ricardo Costa pelas convívências, vivências, aconselhamento, entreaajuda, cooperação e superação dos momentos mais difíceis.

Resumo

As Redes de Sensores Sem Fio (RSSF) estão a mudar gradativamente a forma com que as pessoas interagem com o mundo físico. Cada vez mais, existe maior possibilidade de acesso aos dispositivos, pela fácil montagem e pelo acesso a uma variedade de preços reduzidos. Os dispositivos com pouca capacidade energética, processamento, sensoramento, memória e comunicação, podem ser dispersos numa área para controlo do meio físico.

O IPv6 é o protocolo de comunicação mais importante para o futuro da Internet. Com base no ainda muito utilizado e sem data para fim de uso, o IPv4. O IPv6 permite um maior endereçamento e segurança. No entanto, existe a problemática do seu uso nas redes de sensores sem fio, devido ao seu tamanho de 1280 octetos, complexidade em alguns protocolos (TCP) e protocolos de encaminhamento usados nas redes cabladas (RIPv6).

O protocolo de comunicação 6LoWPAN (IPv6 *Over Low Power Wireless Personal Area Networks*) e o protocolo de encaminhamento RPL (IPv6 *Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks*) surgem para colmatar estes problemas. O 6LoWPAN permite que sejam utilizados endereços IPv6 nas RSSF e o RPL permite a criação de um grafo acíclico direccionado com uma topologia única para a criação de rotas de encaminhamento.

Ao contrário de muitos projectos que utilizam um intermediário, um servidor ou coordenador para guardar a informação podendo acedê-la futuramente, este projecto faz de uso de comunicações directas entre dispositivos através do protocolo de comunicação IPv6.

O objectivo desta tese foi o desenvolvimento de uma RSSF experimental utilizando os protocolos 6LoWPAN e RPL para gestão dentro deste tipo de rede, com a possibilidade de ligação à Internet utilizando o protocolo IPv6 para que qualquer utilizador tenha acesso aos dados do dispositivo.

A solução passou pela criação de uma aplicação Java para gerir e monitorizar todos os dispositivos. O dispositivo coordenador foi ligado ao computador via USB para fazer a ponte entre as redes IPv6 (Internet) e 6LoWPAN. Este tem capacidade para gerir ligações provenientes de duas redes, mantendo um controlo dos nós dentro da rede 6LoWPAN e alertando as aplicações Java localizadas na Internet, sobre alguma alteração na rede 6LoWPAN. Cada nó, é um dispositivo com capacidade de monitorizar a luminosidade, bem como a gestão de uma luz presencial (LED).

O sistema operativo Contiki deteve bastante importância na elaboração desta tese, uma vez que foi projectado especialmente para as RSSF, com os protocolos 6LoWPAN e RPL já incorporados e adaptados para a plataforma ATmega128RFA1 usada neste trabalho.

Palavras-chave: 6LoWPAN, ATmega128RFA1, Contiki OS, *Embedded Systems*, IEEE 802.15.4, IPv6, *Protothreads*, RPL, WSN

Abstract

The Wireless Sensor Networks (WSN) is gradually changing the way that people interact with the physical world. More and more, there is greater access to devices at reduced prices, with easy assembly, low energy capacity, processing, sensing, memory and communication, can be dispersed in an area to control local physical environment.

The IPv6 protocol communication is the most important way to access the Internet nowadays. Based on still widely used and without predictions when to end (the IPv4), IPv6 permits more addressing and allows a greater safety. However, there is the issue of its use in Sensor Wireless Network. Due to its size of 1280 octets, complexity in some protocols, such as "TCP" and routing protocols used in wired networks.

The communication protocol 6LoWPAN (IPv6 Over Low power Wireless Personal Area Networks) and the RPL routing protocol (IPv6 Routing Protocol for Low - Power and Lossy Networks) are born to overcome these problems. The 6LoWPAN allows it to used IPv6 in WSN by reducing the maximum of 127 octets and RPL have his own messages (ICMP messages RPL, eg, DIO, DIS, and DAO) that allow the creation of a directed acyclic graph with their own topology to create routing routes.

Unlike many projects, that uses an intermediary server or coordinator to keep the information saved for accessing it later, this project makes use of direct communications between devices through the communication protocol IPv6.

The aim of this thesis was the development of a experimental WSN using protocols like 6LoWPAN and RPL management within this type of network, with the possibility of connecting them to the Internet using IPv6, so that any user can access the data of the device.

The solution was the creation of a Java application that manages and monitors all devices. The coordinator device was connected to the computer through USB to make an bridge, ending the gap between the IPv6 networks (Internet) and 6LoWPAN. The coordinator has the capacity to manage connections from the two networks. Maintaining control of the nodes within the 6LoWPAN network and alerting Java applications located on the Internet about changes on 6LoWPAN network. Each node is a device with capable of monitoring the brightness as well as managing an light (LED).

The operating system Contiki has relative importance in this thesis since it was designed especially for WSN adapted to ATmega128RFA1 platform used in this work and protocols as 6LoWPAN and RPL are already incorporated.

Keywords: 6LoWPAN, ATmega128RFA1, Contiki OS, Embedded Systems, IEEE 802.15.4, IPv6, Protothreads, RPL, WSN